

Дата публикации: 1.03.2021

DOI: 10.51871/2588-0500\_2021\_05\_01\_12

УДК 612.06

## ЗНАЧЕНИЕ МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ И ЛИЧНОСТНЫХ КАЧЕСТВ ЗДОРОВЫХ ЮНОШЕЙ В ОБЕСПЕЧЕНИИ ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ СТУПЕНЧАТОГО ТЕСТА НА ТРЕДБАНЕ

А.Ю. Приходько<sup>1,2</sup>, В.М. Климов<sup>2</sup>, Р.И. Айзман<sup>1,3</sup>, С. Г. Кривощёков<sup>1,4</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный педагогический университет», г. Новосибирск, Россия

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет» г. Новосибирск, Россия

<sup>3</sup>Институт спорта, туризма и сервиса ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (Национальный исследовательский университет)», г. Челябинск, Россия

<sup>4</sup>ФГБНУ «Научно-исследовательский институт нейронаук и медицины», г. Новосибирск, Россия

**Ключевые слова:** суммарная мышечная работа, глюкоза, лактат, морфофункциональные и психологические показатели, юноши, ступенчатый тест на тредбане

**Аннотация.** Современные методы нагрузочного тестирования могут помочь выявить и обосновать наиболее информативные маркеры успешности в избранном виде спорта. И хотя критериев для отбора существует достаточно много, для тренеров и занимающихся представляет значимость выявление и обоснование наиболее информативных маркеров успешности занятий. Цель исследования - оценить показатели организма юношей студентов до и после ступенчатого теста на тредбане до отказа и определить значение некоторых морфофункциональных, биохимических и личностных характеристик в обеспечении работоспособности. 30 юношей студентов без ограничений по здоровью в возрасте  $20 \pm 2$  лет выполняли ступенчатый тест до отказа на тредбане. Начальная скорость ступенчатого теста составила от 6 до 8 км/ч, в зависимости от индивидуальных величин пульса, установленных во время разминки. Длительность бега на каждой ступени – 3 минуты. Повышение скорости каждой последующей ступени составляло 1 км/ч. Забор крови из пальца для определения концентрации глюкозы и лактата выполняли в период 30 секундной паузы между ступенями (и сразу при отказе). Морфологические показатели (масса тела, индекс Кетле, процент подкожного жира) достоверно уменьшались под воздействием ступенчатых нагрузок циклического характера, однако биохимические показатели капиллярной крови

(концентрации лактата и глюкозы), а также показания частоты сердечных сокращений (ЧСС) повышались у юношей студентов относительно фона. Выявлены достоверные положительные корреляционные связи между индексом Кетле, силой рук, окружностью плеча в напряжении, концентрацией лактата в капиллярной крови и достоверные отрицательные корреляционные связи между индексом Пинье, уровнем стрессоустойчивости и степенью негативизма, с одной стороны, и суммарной мышечной работой юношей, с другой стороны. Полученные результаты свидетельствуют о существенных гомеостатических сдвигах у здоровых юношей после интенсивной физической нагрузки, что требует определения режима восстановления. Эти данные позволяют прогнозировать объем мышечной работы, выполняемой юношами, в зависимости от их индивидуальных психологических и морфофункциональных характеристик.

## **THE IMPORTANCE OF THE MORPHOFUNCTIONAL AND PERSONAL QUALITIES OF HEALTHY YOUNG MEN IN PROVIDING PHYSICAL PERFORMANCE AT THE TREADMILL STAGE PERFORMANCE TEST**

A.Yu. Prikhod'ko<sup>1,2</sup>, V.M. Klimov<sup>2</sup>, R.I. Ajzman<sup>3</sup>, S.G. Krivoshchyokov<sup>4</sup>

<sup>1</sup>FSBEI of HE "Novosibirsk State Pedagogical University",  
Novosibirsk, Russia

<sup>2</sup>FSBEI of HE "Novosibirsk State Technical University",  
Novosibirsk, Russia

<sup>3</sup>Institute of Sport, Tourism and Service at the FSAEI of HE "South Ural State University", Chelyabinsk, Russia

<sup>4</sup>FSBSI "Scientific Research Institute of Neurosciences and Medicine",  
Novosibirsk, Russia

**Key words:** total muscle work, glucose, lactate, morphofunctional and psychological indicators, young men, treadmill stage performance test

**Annotation.** Modern methods of load testing can help identify and substantiate the most informative markers of success in the chosen sport. The aim of this study is to assess the indicators of the organism of young male students before and after the stage performance test on the treadmill to failure and to determine the importance of morphological, functional, biochemical and personal characteristics in ensuring performance. 30 young male students without health restrictions at the age of 20±2 years performed a stage test to failure on a treadmill. The initial speed of the stage test was 6 to 8 km/h, depending on the individual heart rate values set during the warm-up. The duration of running on each stage was 3 minutes. The increase in the speed of each subsequent stage was 1 km/h. Blood sampling from the finger to determine the concentration of glucose and lactate was performed during a 30-second pause between stages (and immediately after failure). Morphological indicators (body mass, Kettle index, percent of subcutaneous fat) significantly

decreased under the influence of stepwise cyclic loads, however, biochemical indicators of capillary blood (concentration of lactate and glucose), as well as heart rate (HR) increased in male students in relation to the background. There were significant positive correlations between the Kettle index, hand strength, shoulder circumference in tension, lactate concentration in capillary blood, and significant negative correlations between the Pinier index, the level of stress resistance and the degree of negativity, on the one hand, and the total muscle work of young men, on the other hand. The results obtained indicate significant homeostatic changes in healthy young men after intense physical activity, which requires determining the recovery mode. These data make possible to predict the amount of muscular work performed by young men, depending on their individual psychological and morphofunctional characteristics.

**Введение.** В настоящее время остается актуальной проблема исследования адаптационных и функциональных резервов организма как у здоровых молодых людей, так и у спортсменов. Развитие спортивной медицины, реализация инноваций в диагностическом, тестирующем оборудовании, к сожалению, направлены не на получение полной информации об уровне здоровья спортсменов, а зачастую лишь на выявление скрытой патологии [5]. В то же время, применение обоснованного научно-методического подхода к проведению и анализу результатов функционального нагрузочного тестирования позволит оценить уровень здоровья, функционального состояния и адаптационных резервов организма [1]. Между тем, очень важно на начальном этапе спортивного отбора выявить кандидатов, обладающих соответствующими потенциальными возможностями. И хотя критериев для отбора существует достаточно много [2, 6, 7], представляет значимость как для тренеров, так и для занимающихся спортом выявление и обоснование наиболее информативных маркеров успешности занятий. Таким образом, целью работы было оценить показатели организма юношей студентов до и после ступенчатого теста на тредбане до отказа и определить значение морфофункциональных, биохимических и личностных характеристик в обеспечении работоспособности.

**Методы и организация исследования.** В исследовании приняли участие юноши-студенты очного отделения без ограничений по здоровью в возрасте ( $20 \pm 2$ ) лет в количестве 30 человек. Каждый участник исследования подписал добровольное согласие на участие в эксперименте, состоящем из двух частей, проводившихся в разные дни. За день, предшествующий тестированию, участники воздержались от интенсивных физических нагрузок, приема алкоголя, а также употребления табака в течение 2 часов после легкого

завтрака. До начала тестирования каждому испытуемому давалась установка на достижение максимальной скорости бега, а критерием отказа от продолжения нагрузки являлось утомление и невозможность продолжать бег. Перед началом тестирования была выполнена низкоинтенсивная беговая разминка на тредбане длительностью 5 минут, которая не вызывала повышения пульса выше 130 уд/мин. Начальная скорость ступенчатого теста составила от 6 до 8 км/ч, в зависимости от индивидуальных величин пульса, установленных во время разминки. Длительность каждой ступени – 3 минуты. Повышение скорости каждой последующей ступени составляло 1 км/ч. Забор крови из пальца производили в период 30 секундной паузы между ступенями (и сразу после отказа, когда испытуемый вставал на неподвижную часть тредбана после завершения очередной ступени). Анализ капиллярной крови производили для определения концентрации лактата и глюкозы на приборе “Super GL Ambulance” (производство компании Dr. Muller, Германия). Диапазон измерения составлял: для глюкозы 0,6-50,0 ммоль/л; для лактата 0,5-30,0 ммоль/л. Для определения массы тела и процента эндогенного жира использовали посегментный анализатор состава тела (“Tanita BC-545N”, Япония). Бег юноши выполняли на беговой дорожке (“Spirit Fitness XT 685 AC”, Hastings, США). Уровень стрессоустойчивости и диагностику состояния агрессии определяли с помощью компьютерной программы «Мониторинг здоровья спортсменов» [3]. Для обработки и анализа данных была использована программа “STATISTICA 10” for Windows. Для выявления значимости различий между фоновыми и посленагрузочными показателями использовали t-критерий Стьюдента в случае параметрических выборок и непараметрический критерий Вилкоксона-Манна-Уитни в случае переменных, не имеющих нормального распределения. Достоверными считали различия при уровне значимости  $\geq 95\%$  [4].

**Результаты исследования и их обсуждение.** В таблице 1 представлены показатели организма юношей-студентов до и после ступенчатого теста до отказа на тредбане.

Из таблицы видно, что масса тела и % подкожного жира снижались после тестирования; вместе с тем, наблюдалось значительное приращение ЧСС, концентрации глюкозы и лактата в капиллярной крови, что свидетельствует о значительных перестройках в сердечно-сосудистой системе и энергообеспечении мышечной деятельности у юношей.

На следующем этапе анализа была построена корреляционная плеяда показателей морфофункционального и психологического тестирования в

зависимости от суммарной мышечной работы, выполненной обследуемыми юношами на тредбане (Рис. 1).

Таблица 1

Показатели юношей до и во время отказа после выполнения нагрузки на тредбане ( $M \pm \sigma$ )

Показатели	Фон (n = 30)	Отказ (n = 30)
Масса тела, кг	74,13±11,42	73,43±11,20 ▲
Индекс Кетле, кг/м <sup>2</sup>	22,62±2,73	22,40±2,66 ▲
% подкожного жира	17,56±6,41	15,82±6,56 ▲
ЧСС, уд/мин	70,53±11,33	193,20±11,78 ▲
Концентрация глюкозы в капиллярной крови, ммоль/л	4,50±0,40	5,32±0,94 ▲
Концентрация лактата в капиллярной крови, ммоль/л	2,80±0,90	10,07±3,97 ▲

Примечание: ▲ – достоверно относительно фона; М – средняя арифметическая выборочная совокупность;  $\sigma$  – доверительный интервал (95%) для среднеквадратического отклонения.

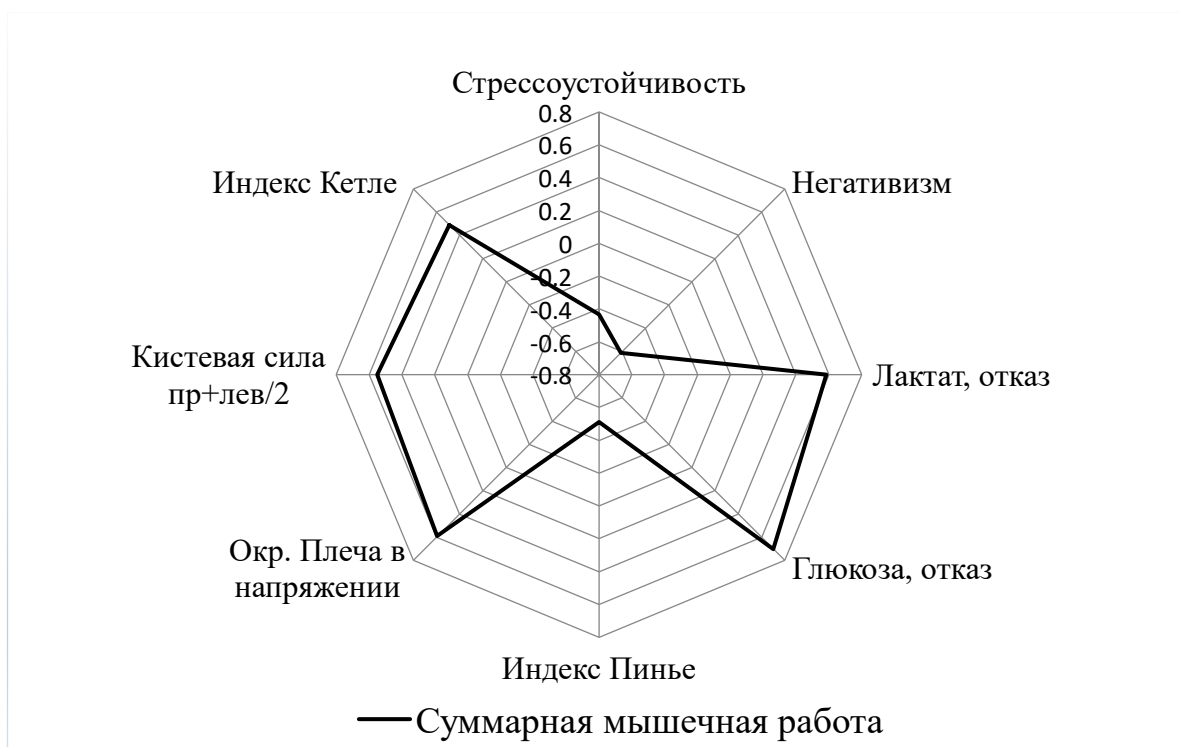


Рис. 1. Коэффициенты ранговой корреляции Спирмена (r) между морфофункциональными, биохимическими и личностными показателями и суммарной мышечной работой на тредбане

Примечание: представлены только достоверные корреляционные связи между показателями и суммарной мышечной работой.

На втором этапе проведен анализ полученных данных по результатам множественного линейного регрессионного анализа (Табл. 2). Для построения модели множественной регрессии в качестве факторов  $X_i$  использовали морфофункциональные, биохимические и личностные показатели. В результате уравнение регрессии приобрело вид:  $Y = -173,02B + 0,44X_1 - 19,31X_2 + 2,47X_3 + 23,40X_4 - 0,36X_5 + 10,25X_6 + 4,27X_7 - 7,38X_8$ , где  $Y$  – объем мышечной работы;  $B$  – свободный член.

Таблица 2

Уравнение множественной регрессии

Показатели (предикторы)	B±m	R±m	P
Стрессоустойчивость ( $X_1$ )	0,03±0,13	0,44±1,80	-
*Негативизм ( $X_2$ )	-0,33±0,14	-19,31±8,53	0,03
Лактат, отказ ( $X_3$ )	0,11±0,15	2,47±3,46	-
Глюкоза, отказ ( $X_4$ )	0,257±0,15	23,40±13,83	-
Индекс Пинье ( $X_5$ )	-0,06±0,70	-0,36±4,13	-
Окружность плеча в напряжении ( $X_6$ )	0,36±0,24	10,25±6,98	-
* Кистевая сила правой + левой руки/2 ( $X_7$ )	0,36±0,13	4,27±1,57	0,01
Индекс Кетле ( $X_8$ )	-0,24±0,73	-7,38±22,24	-

Примечание: \* – Значимые факторы в уравнении множественной регрессии; B – стандартизированный БЕТА коэффициент (позволяет оценить роль каждого фактора в поведении Y); R – коэффициент регрессии; P – уровень достоверности.

По стандартизированному бета коэффициенту (B) можно оценить влияние каждого из показателей на общий результат. Показатели негативизма и кистевой силы рук играют практически одинаковую по силе, но противоположную по значению роль. С помощью коэффициента регрессии можно предсказать на сколько понизится или повысится результат в зависимости от величины показателя. С повышением на 1 балл по шкале негативизма суммарная мышечная работа будет снижаться в среднем на 19 кг/км. Однако с повышением кистевой силы рук на 1 единицу (кг) общий результат будет возрастать в среднем на 4 кг/км. Коэффициент множественной корреляции показывает совокупность изучаемых показателей, которые объясняют 89,7% изменчивости суммарной мышечной работы. Обнаруженные предикторы оказывают существенное влияние на работоспособность во время выполнения ступенчатого теста.

**Заключение.** Обнаружены значительные изменения в показателях организма юношей студентов после ступенчатого теста до отказа на тредбане. Морфологические показатели: масса тела, индекс Кетле и процент подкожного жира достоверно уменьшались под воздействием ступенчатых нагрузок циклического характера, однако биохимические показатели капиллярной крови (концентрация глюкозы и лактата) и ЧСС увеличивались у юношей относительно фоновых показателей. По результатам анализа обнаружены прогностические показатели, которые влияют на проявление суммарной мышечной работы при ступенчатом тесте до отказа. Негативизм оказывает негативное влияние на объём суммарной работы, вместе с тем сила кисти предопределяет более высокий потенциал работоспособности у юношей студентов. Внедрение простых и в то же время информативных критериев при отборе кандидатов в циклические виды спорта сделает процесс подготовки спортсменов более эффективным.

#### Список литературы

1. Айзман Р.И. Мониторинг здоровья спортсменов и эффективности работы ДЮСШ [Электронный ресурс] / Р.И. Айзман, А.В. Лебедев, В.Б. Рубанович, Н.И. Айзман // Каф. анатомии, физиологии и безопасности жизнедеятельности НГПУ. – Новосибирск: НГПУ, 2009. – 1 электрон. опт. диск (CD-R) : зв. цв.; 12 см.
2. Кузнецова В.В. Методика отбора квалифицированных спортсменов 17-20 лет в беговые виды спортивного ориентирования / В.В. Кузнецова // Известия Тульского государственного университета. Физическая культура. Спорт. – 2013. – № 2. – С. 223-228.
3. Перевозкина Ю.М. Основы математической статистики в психолого-педагогических исследованиях: учебное пособие / Ю.М. Перевозкина, С.Б. Перевозкин // Мин-во образования и науки РФ, Новосиб. гос. пед. ун-т. Новосибирск: изд-во НГПУ. –2014. – Ч. 2. – 242 с.
4. Петрова В.В. Современные подходы к диагностике состояния сердечно-сосудистой системы у студентов, активно занимающихся спортом / В.В. Петрова, Н.Б. Корчажкина, П.А. Фомкин, И.И. Иванов // Реабилитация и санаторно-курортное лечение-2013. Материалы конгресса. – 2013. – С. 79.
5. Попичев М.И. Отбор и развитие перспективных спортсменов с учетом индивидуальных морфологических особенностей / М.И. Попичев // Науки о здоровье. – 2011. – № 2.– С. 105-107.
6. Самойлов А.С. Исследование адаптационных и функциональных резервов спортсменов спортивных сборных команд Российской Федерации по летним олимпийским видам спорта в различные периоды медицинских

обследований и наблюдений, и коррекции их функциональной готовности и психоэмоционального состояния / А.С. Самойлов, С.М. Разинкин, В.В. Петрова, П.А. Фомкин, А.А. Киш, М.Ю. Зорин, Д.А. Сапов // Методические рекомендации. Под ред. проф. В.В. Уйба // М.: ФМБА России. – 2018. – 77 с.

7. Шварц В.Б. Медико-биологические аспекты спортивной ориентации и отбора / В.Б. Шварц // М.: Физкультура и спорт. – 1984. – 151 с.

### References

1. Ajzman R.I. Monitoring the health of athletes and the sports school efficiency [Electronic resource] / R.I. Ajzman, A.V. Lebedev, V.B. Rubanovich, N.I. Aizman // Department of Anatomy, Physiology and Life and Safety of NSPU. – Novosibirsk: NGPU. – 2009. – 1 electron. cpt. disc (CD-R): sound color; 12 cm.

2. Kuznetsova V.V. Methodology for the selection of qualified 17-20 years old athletes for cross-country orienteering / V.V. Kuznetsova // Bulletin of the Tula State University. Physical Culture. Sport. – 2013. – № 2. – P. 223-228.

3. Perevozkina Yu.M. Fundamentals of mathematical statistics in psychological and pedagogical research: textbook / Yu.M. Perevozkina, S. B. Perevozkin // Ministry of Education and Science of the Russian Federation, Novosib. State Ped. Un-ty. Novosibirsk: Publishing house of NSPU. – 2014. – Part 2. – 242 p.

4. Petrova V.V. Modern approaches to the diagnosis of the cardiovascular system state in students actively involved in sports / V.V. Petrova, N.B. Korchazhkina, P.A. Fomkin, I.I. Ivanov // Rehabilitation and Spa Treatment-2013. Materials of the Congress. – 2013. – P. 79.

5. Popichev M.I. Selection and development of promising athletes based on individual morphological characteristics / M.I. Popichev // Health Sciences. – 2011. – № 2. – P.105-107.

6. Samojlov A.S. Research of adaptation and functional reserves of the Russian Federation sports teams sportsmen in summer Olympic sports in different periods of medical examinations and observations, correction of their functional readiness and psychoemotional state / A.S. Samojlov, S.M. Razinkin, V.V. Petrov, P.A. Fomkin, A.A. Kish, M.Yu. Zorin, D.A. Sapov // Methodological guidelines. Ed. prof. V.V. Uyba // М.: FMBA of Russia. – 2018. – 77p.

7. Schwartz V.B. Medical-biological aspects of sports orientation and selection / V.B. Schwartz // М.: Physical culture and sport. – 1984. – 151 p.

### Spisok literaturey



1. Ajzman R.I. Monitoring zdorov'ya sportsmenov i effektivnosti raboty DYUSSH [Elektronnyj resurs] / R.I Ajzman, A.V. Lebedev, V.B. Rubanovich, N.I. Ajzman // Kaf. anatomii, fiziologii i bezopasnosti zhiznedeyatel'nosti NGPU. – Novosibirsk: NGPU, 2009. – 1 elektron. opt. disk (CD-R) : zv. tsv.; 12 sm.

2. Kuznetsova V.V. Metodika otbora kvalifitsirovannykh sportsmenov 17-20 let v begovye vidy sportivnogo orientirovaniya / V.V. Kuznetsova // Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Fizicheskaya kul'tura. Sport. – 2013. – № 2. – S. 223-228.

3. Perevozkina Yu.M. Osnovy matematicheskoy statistiki v psikhologo-pedagogicheskikh issledovaniyakh: uchebnoe posobie / Yu.M. Perevozkina, S.B. Perevozkin // Min-vo obrazovaniya i nauki RF, Novosib. gos. ped. un-t. Novosibirsk: izd-vo NGPU. –2014. – Ch. 2. – 242 s.

4. Petrova V.V. Sovremennye podkhody k diagnostike sostoyaniya serdechno-sosudistoj sistemy u studentov, aktivno zanimayushchikhsya sportom / V.V Petrova, N.B. Korchazhkina, P.A. Fomkin, I.I. Ivanov // Reabilitatsiya i sanatorno-kurortnoe lechenie-2013. Materialy kongressa. – 2013. – S. 79.

5. Popichev M.I. Otkor i razvitie perspektivnykh sportsmenov s uchedom individual'nykh morfologicheskikh osobennostej / M.I. Popichev // Nauki o zdorov'e. – 2011. – № 2. – S. 105-107.

6. Samojlov A.S. Issledovanie adaptatsionnykh i funktsional'nykh rezervov sportsmenov sportivnykh sbornnykh komand Rossijskoj Federatsii po letnim olimpijskim vidam sporta v razlichnye periody meditsinskikh obsledovanij i nablyudenij, i korrektsii ikh funktsional'noj gotovnosti i psikhoemotsional'nogo sostoyaniya / A.S. Samojlov, S.M. Razinkin, V.V. Petrova, P.A. Fomkin, A.A. Kish, M.YU. Zorin, D.A. Sapov // Metodicheskie rekomendatsii. Pod red. prof. V.V. Ujba // M.: FMBA Rossii. – 2018. – 77 s.

7. Schwartz V.B. Mediko-biologicheskie aspekty sportivnoj orientatsii i otbora / V.B. Schwartz // M.: Fizkul'tura i sport. – 1984. – 151 s.

**Информация об авторах:** **Антон Юрьевич Приходько** – аспирант кафедры анатомии, физиологии и безопасности жизнедеятельности НГПУ, Новосибирск; преподаватель кафедры физического воспитания и спорта НГТУ, Новосибирск, e-mail: [toni.prikhodko.10@mail.ru](mailto:toni.prikhodko.10@mail.ru); **Владимир Михайлович Климов** – кандидат биологических наук, заведующий кафедрой физического воспитания и спорта НГТУ, Новосибирск, e-mail: [klvl77@yandex.ru](mailto:klvl77@yandex.ru); **Роман Иделевич Айзман** – заслуженный деятель науки РФ, доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой анатомии, физиологии и безопасности жизнедеятельности НГПУ, Новосибирск; научный сотрудник Института спорта, туризма и сервиса Южно-Уральского

государственного университета (Национальный исследовательский университет), Челябинск, e-mail: [aizman.roman@yandex.ru](mailto:aizman.roman@yandex.ru); **Сергей Георгиевич Кривошеков** – доктор медицинских наук, профессор, зав. лаб. функциональных резервов организма НИИИМ, Новосибирск; профессор кафедры анатомии, физиологии и безопасности жизнедеятельности НГПУ, Новосибирск, e-mail: [krivosch@physiol.ru](mailto:krivosch@physiol.ru).

**Information about the authors:** **Anton Yur'evich Prihod'ko** – Post-Graduate Student of the Department of Anatomy, Physiology and Life and Safety on the NSPU; Lecturer of the Department of Physical Education and Sports of the NSTU, Novosibirsk, e-mail: [toni.prihodko.10@mail.ru](mailto:toni.prihodko.10@mail.ru); **Vladimir Mikhajlovich Klimov** – Candidate of Biological Sciences, Head of the Department of Physical Education and Sports of the NSTU, Novosibirsk, e-mail: [klvl77@yandex.ru](mailto:klvl77@yandex.ru); **Roman Idelevich Ajzman** – Honored Scientist of the Russian Federation, Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the of the Department of Anatomy, Physiology and Life and Safety on the NSPU, Novosibirsk; Researcher of the Institute of Sport, Tourism and Service at the South Ural State University, Chelyabinsk, e-mail: [aizman.roman@yandex.ru](mailto:aizman.roman@yandex.ru); **Sergej Georgievich Krivoshchyokov** – Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Laboratory of Functional Reserves in the SRINM, Novosibirsk; Professor of the Department of Anatomy, Physiology and Life and Safety of the NSPU, Novosibirsk, e-mail: [krivosch@physiol.ru](mailto:krivosch@physiol.ru).